



Кровоток в церебральных сосудах и магистральных сосудах шеи у новорожденных от здоровых матерей: исследование показателей

А. С. Александрович

Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Проанализировать кровоток в церебральных сосудах и магистральных сосудах шеи у новорожденных, матери которых не имели осложнений во время беременности, с использованием доплеровского ультразвука.

Материалы и методы. Обследовано 123 новорожденных. Параметры включали гендерное распределение, антропометрию и здоровье. Ультразвуковое обследование включало нейросонографию с доплерографией сосудов мозга и исследование магистральных сосудов шеи с использованием микроконвексного и линейного датчиков.

Результаты. Нейросонография не выявила патологий мозга. Допплерометрия сосудов мозга: в передней мозговой артерии индекс резистентности — $0,62 \pm 0,07$, пульсационный индекс — $1,08 \pm 0,17$; в средней мозговой артерии индекс резистентности — $0,66 \pm 0,09$, пульсационный индекс — $1,14 \pm 0,32$. Ультразвуковое исследование магистральных сосудов шеи: в общей сонной артерии индекс резистентности — $0,64 \pm 0,05$ (слева) и $0,66 \pm 0,04$ (справа), пульсационный индекс — $1,34 \pm 0,16$ (слева) и $1,37 \pm 0,13$ (справа); во внутренней сонной артерии индекс резистентности — $0,54 \pm 0,04$ (слева) и $0,56 \pm 0,05$ (справа), пульсационный индекс — $1,19 \pm 0,11$ (слева) и $1,21 \pm 0,12$ (справа); в наружной сонной артерии индекс резистентности — $0,74 \pm 0,04$ (слева) и $0,76 \pm 0,05$ (справа), пульсационный индекс — $1,39 \pm 0,09$ (слева) и $1,41 \pm 0,12$ (справа). Значения указывают на хорошую эластичность сосудов и низкое сопротивление кровотоку; различия между левой и правой сторонами сосудов объясняются анатомией и незначимы.

Заключение. Исследование подчеркивает важность своевременной диагностики нарушений и наблюдения за состоянием кровоснабжения центральной нервной системы (ЦНС) в неонатальном периоде. Данные могут служить эталоном для дальнейших исследований и разработки стандартов диагностики и лечения патологий, связанных с нарушением мозговой гемодинамики.

Ключевые слова: церебральный кровоток, магистральные сосуды шеи, новорожденные, доплерометрия, нейросонография, индекс резистентности, пульсационный индекс, эластичность сосудов

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Александрович АС. Кровоток в церебральных сосудах и магистральных сосудах шеи у новорожденных от здоровых матерей: исследование показателей. Проблемы здоровья и экологии. 2024;21(4):68–77. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-4-08>

Blood flow in cerebral vessels and main vessels of the neck in newborns from healthy mothers: exploring the parameters

Aliaksandr S. Aleksandrovich

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Abstract

Objective. To analyse of blood flow in the cerebral and main vessels of the neck in newborns whose mothers had no complications during pregnancy using Doppler ultrasound.

Materials and methods. 123 newborns were examined. The parameters included gender distribution, anthropometry, and health. Ultrasound examination included neurosonography with dopplerography of brain vessels and examination of the main vessels of the neck using microconvex and linear sensors.

Results. Neurosonography did not reveal any brain pathologies. Dopplerometry of cerebral vessels: in the anterior cerebral artery, the resistance index is 0.62 ± 0.07 , the pulsation index is 1.08 ± 0.17 ; in the middle cerebral artery, the

resistance index is 0.66 ± 0.09 , the pulsation index is 1.14 ± 0.32 . Ultrasound examination of the main vessels of the neck: in the common carotid artery, the resistance index is 0.64 ± 0.05 (left) and 0.66 ± 0.04 (right), the pulsation index is 1.34 ± 0.16 (left) and 1.37 ± 0.13 (right); in the internal carotid artery, the resistance index is 0.54 ± 0.04 (left) and 0.56 ± 0.05 (right), the pulsation index is 1.19 ± 0.11 (left) and 1.21 ± 0.12 (right); in the external carotid artery, the resistance index is 0.74 ± 0.04 (left) and 0.76 ± 0.05 (right), the pulsation index is 1.39 ± 0.09 (left) and 1.41 ± 0.12 (right). The values indicate good vascular elasticity and low resistance to blood flow; the differences between the left and right sides of the vessels are explained by anatomy and are insignificant.

Conclusion. The study emphasizes the importance of timely diagnosis of disorders and monitoring of the state of blood supply to the central nervous system in the neonatal period. The data can serve as a reference for further research and development of standards for the diagnosis and treatment of pathologies associated with impaired cerebral hemodynamics.

Keywords: cerebral blood flow, main vessels of the neck, newborns, Doppler ultrasound, neurosonography, resistance index, pulsation index, vascular elasticity

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Funding. The study was conducted without sponsorship

For citation: Aleksandrovich AS. Blood flow in cerebral vessels and main vessels of the neck in newborns from healthy mothers: exploring the parameters. *Health and Ecology Issues*. 2024;21(4):68–77. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-4-08>

Введение

Исследование кровотока в церебральных сосудах и магистральных сосудах шеи у новорожденных от здоровых матерей является критически важным направлением в неонатологии. Такой анализ позволяет своевременно обнаружить потенциальные нарушения в развитии ЦНС, что имеет огромное значение для реализации коррекционных мероприятий. Раннее выявление этих нарушений улучшает прогноз развития ребенка, повышает качество его жизни и минимизирует риски возникновения серьезных неврологических заболеваний [1–3].

Понимание физиологических показателей мозгового кровотока у новорожденных играет важную роль в разработке стандартов диагностики и лечения различных патологий, связанных с церебральным кровообращением. Эти знания позволяют медицинским специалистам проводить более точную диагностику и назначать эффективное лечение, что способствует улучшению исходов для пациентов. Особенно важно это в контексте профилактики и лечения перинатальных повреждений головного мозга, которые могут стать причиной неврологических осложнений. Статистические данные показывают, что около 10–15 % новорожденных имеют перинатальные повреждения головного мозга, что подчеркивает важность данного исследования [4, 5].

Исследование кровотока в магистральных сосудах шеи также играет важную роль, так как эти сосуды отвечают за доставку крови к мозгу. Нарушения в этих сосудах могут приводить к снижению мозгового кровообращения и развитию гипоксии, что в свою очередь может вызвать серьезные неврологические осложнения. По данным исследований, около 25 % всех слу-

чаев инсультов у детей связано с патологией магистральных сосудов шеи, что подчеркивает важность ранней диагностики и своевременного лечения [6].

Таким образом, сопоставление кровотока как в магистральных сосудах шеи, так и в церебральных сосудах позволяет комплексно оценить состояние кровообращения у новорожденных. Нарушения в одной из этих систем могут оказывать значительное влияние на развитие нервной системы и общее состояние здоровья ребенка. Поэтому интегрированный подход, включающий изучение обоих типов сосудов, способствует более точной и всесторонней оценке состояния новорожденных [2, 6].

Полученные данные о результатах исследования кровотока углубляют понимание физиологических процессов в мозге новорожденных и могут быть использованы для разработки новых методов лечения и профилактики неврологических заболеваний, что в свою очередь улучшит перинатальную помощь. Это позволит своевременно выявлять и корректировать отклонения в развитии, способствуя здоровью будущих поколений.

Информация о мозговом кровотоке у новорожденных от матерей с протекавшей без осложнений беременностью также может служить важным показателем для сравнения с новорожденными, чьи матери столкнулись с осложнениями беременности. Это позволит точнее определить влияние различных факторов на развитие мозга и разработать более эффективные стратегии лечения и профилактики. Сравнительный анализ поможет выделить ключевые факторы, обуславливающие перинатальные повреждения и неврологическую заболеваемость [7].

Проблема перинатальных повреждений и связанных с ними неврологических осложнений является одной из центральных в современной медицине. Применение ультразвуковых методов исследования позволяет выявлять сосудистые патологии даже на ранних этапах жизни, включая ранний неонатальный период. Исследования показывают, что до 80 % детей с инвалидностью имеют проблемы, коренящиеся в перинатальном периоде [8, 9].

Гипоксия, или дефицит кислорода, является ключевым патофизиологическим фактором, провоцирующим перинатальные повреждения ЦНС. Нарушения в мозговом кровообращении, обусловленные гипоксией, приводят к изменению метаболизма и энергетического обмена в нейронах, что вызывает их дисфункцию и гибель. Эти процессы увеличивают риск возникновения тяжелых неврологических заболеваний, таких как эпилепсия, энцефалопатия и гидроцефалия. По данным исследований, от 25 до 40 % детей, перенесших гипоксию, в дальнейшем испытывают различные формы неврологических нарушений [9–14].

Статистика показывает, что поражения мозга в перинатальном периоде составляют до 60 % всех детских неврологических заболеваний. Комплексное понимание механизмов, влияющих на развитие перинатальных повреждений и их последствий для кровообращения головного мозга, играет ключевую роль в снижении детской смертности и улучшении здоровья детей. Последние исследования подчеркивают необходимость углубленного изучения церебральной гемодинамики у новорожденных [15–17].

Цель исследования

Проанализировать кровоток в церебральных сосудах и магистральных сосудах шеи у новорожденных, матери которых не имели осложнений во время беременности, с использованием доплеровского ультразвука.

Материалы и методы

Данное исследование получило одобрение этического комитета. От всех матерей новорожденных было получено информированное согласие на участие их детей в исследовании после того, как они получили исчерпывающую информацию о целях исследования и возможных рисках, связанных с ним.

В ходе исследования, проведенного с 2017 по 2022 г., было обследовано 123 новорожденных: 60 мальчиков и 63 девочки. Критериями исключения были: родоразрешение в сроки гестации до 38 недель; дети с наличием у матери до начала беременности сопутствующих хронических заболеваний и/или с наличием нарушений здоровья, возникших во время беременности; многоплодная беременность; беременность, наступившая после экстракорпорального оплодотворения; состояние новорожденного по шкале Апгар через 5 минут после рождения менее 8 баллов; наличие пограничных состояний, отражающих реакции адаптации к внеутробному существованию.

Гендерное распределение, антропометрические показатели и состояние здоровья новорожденных представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физиологические параметры новорожденных: гендерное распределение, антропометрические показатели и состояние здоровья

Table 1. Physiological parameters of newborns: gender distribution, anthropometric indicators and health status

Параметр	Значение
Количество новорожденных	123
Процент мальчиков, %	49
Процент девочек, %	51
Беременность без осложнений	Все матери
Состояние новорожденных	Удовлетворительное
Средняя масса тела, г	3415±36,0
Средняя длина тела, см	53,7±2,8
Средняя окружность головы, см	34,8±1,3

С согласия матерей, выраженного письменно, и по назначению неонатолога новорожденные

прошли комплексное ультразвуковое обследование на вторые или третьи сутки жизни. Исследо-

вание проводилось на ультразвуковом аппарате экспертного класса «Волюсон 730 Эксперт» производства фирмы «Дженерал Электрик». В работе использовался электронный микроконвексный датчик с частотным диапазоном 7–12 МГц и элек-

тронный линейный датчик с частотным диапазоном 7–10 МГц [18]. Структурированное представление методики проведения нейросонографии и ультразвукового исследования магистральных сосудов шеи представлено в таблице 2.

Таблица 2. Структурированное представление методики проведения нейросонографии и ультразвукового исследования магистральных сосудов шеи

Table 2. Structured presentation of the technique of neurosonography and ultrasound examination of the main vessels of the neck

Методика исследования	Этап	Описание
Нейросонография с доплерометрией сосудов головного мозга	Подготовка пациента	Новорожденный находится в положении лежа на спине, голова слегка повернута
	Датчик	Электронный микроконвексный датчик (7–12 МГц)
	Передняя черепная ямка	Визуализация структур мозга в передней части черепа
	Средняя черепная ямка	Визуализация структур мозга в средней части черепа
	Сильвиевы борозды	Визуализация боковых желудочков и окружающих структур
	Сосудистые треугольники	Визуализация артерий и вен основания мозга
	Допплерометрия передней мозговой артерии	Оценка кровотока в передней мозговой артерии
	Допплерометрия средней мозговой артерии	Оценка кровотока в средней мозговой артерии (слева и справа)
	Допплерометрия вены Галена	Оценка кровотока в крупном венозном синусе головного мозга
Ультразвуковое исследование магистральных сосудов шеи	Подготовка пациента	Новорожденный находится в положении лежа на спине, шея слегка повернута в сторону
	Датчик	Электронный линейный датчик (7–10 МГц)
	Общая сонная артерия	Оценка анатомии, параметров и кровотока в общей сонной артерии
	Внутренняя сонная артерия	Оценка анатомии, параметров и кровотока во внутренней сонной артерии
	Наружная сонная артерия	Оценка анатомии, параметров и кровотока в наружной сонной артерии
Оцениваемые гемодинамические показатели в сосудах	Пиковая систолическая скорость	Оценка максимальной скорости кровотока во время систолы
	Конечная диастолическая скорость	Оценка скорости кровотока в конце диастолы
	Соотношение систолической и диастолической скоростей	Отношение скорости кровотока в систолу и диастолу
	Индекс резистентности (RI)	Оценка сопротивления кровотока в артерии
	Пульсационный индекс (PI)	Оценка эластичности сосудистой стенки

После обработки полученной информации количественные данные были представлены в виде средней арифметической (M), стандартного отклонения (s) и доверительного интервала, что обеспечивает точное представление распределения значений. Выбор статистических методов осуществлялся с учетом характера распределения переменных. В случае нормального распределения для сравнения двух независимых групп

использовался t-тест. В качестве критерия статистической достоверной значимости результатов рассматривается уровень $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При нейросонографическом обследовании новорожденных не обнаружены патологические изменения в структурах мозга. Данные показывают нормальное развитие ЦНС и отсутствие от-

клонений. Анализ ширины сосудистых сплетений выявил симметрию и не выявил статистически значимых отличий. Данные, полученные в процессе исследования, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты стандартного нейросонографического обследования новорожденных
Table 3. Results of a standard neurosonographic examination of newborns

Параметр	Значение
Патологические изменения	Не выявлены
Физиологическое развитие ЦНС	Нормальное
Отклонения в функционировании ЦНС	Отсутствуют
Ширина сосудистых сплетений (левая сторона), мм	5,9±0,7
Ширина сосудистых сплетений (правая сторона), мм	6,2±0,6
Статистическая значимость различий сторон	p > 0,05

Сложность расположения передних мозговых артерий мешает точному определению стороны исследования при доплерографии. Соединяющая передние мозговые артерии передняя соединительная артерия нивелирует разницу между правой и левой передними мозговыми

артериями, что также усложняет точное определение стороны [18]. В таблице 4 представлены результаты исследования кровотока в передней мозговой артерии, полученные с помощью доплерографии.

Таблица 4. Данные, полученные в результате доплерографического исследования передней мозговой артерии
Table 4. Data obtained from the Doppler ultrasound examination of the anterior cerebral artery

Показатель	Значение
Максимальная скорость, см/с	16,22±4,9
Конечная диастолическая скорость, см/с	5,98±2,42
Индекс резистентности	0,62±0,07
Пульсационный индекс	1,08±0,17
Соотношение систолической и диастолической скоростей	2,74±0,45
Средняя скорость кровотока, см/с	9,73±3,66
Амплитуда пульсовой волны, см/с	10,24±2,48

Анализ данных таблицы показывает следующие результаты. Максимальная скорость кровотока составляет 16,22 см/с с отклонением ±4,9 см/с. Этот показатель отражает скорость движения крови в фазу систолы, когда сердечная мышца сокращается. Конечная диастолическая скорость кровотока составляет 5,98 см/с с отклонением ±2,42 см/с, что характеризует скорость кровотока в фазу диастолы, когда сердечная мышца расслабляется.

Индекс резистентности равен 0,62±0,07, что указывает на низкое сопротивление кровотоку и высокую эластичность сосудов. Пульсационный индекс составляет 1,08±0,17, что отражает упру-

го-эластичные свойства сосудов и сопротивление кровотоку.

Соотношение систолической и диастолической скоростей равно 2,74±0,45, что представляет собой отношение максимальной скорости кровотока в систолу к конечной скорости в диастолу. Средняя скорость кровотока составляет 9,73 см/с с отклонением ±3,66 см/с, что указывает на среднюю скорость движения крови по артерии за один сердечный цикл.

Амплитуда пульсовой волны равна 10,24 см/с с отклонением ±2,48 см/с, что отражает разницу между максимальной и минимальной скоростями кровотока и связано с эластич-

ностью сосудистой стенки и сопротивлением кровотоку.

Таким образом, данные показатели находятся в пределах нормы и свидетельствуют о хорошем состоянии сосудов. Низкие значения индекса резистентности и нормальные пульсационные индексы указывают на удовлетворительную эла-

стичность и низкое сопротивление сосудов. Эти данные могут служить референтными значениями для дальнейших исследований и сравнений.

В таблице 5 содержится сводная информация, отражающая результаты исследований кровотока в левой и правой средней мозговой артерии.

Таблица 5. Данные параметров кровотока в средней мозговой артерии, полученные в ходе исследования

Table 5. Data of blood flow parameters in the middle cerebral artery obtained during the study

Показатель	Левая сторона	Правая сторона
Максимальная скорость, см/с	21,4±8,23	18,1±4,13
Конечная диастолическая скорость, см/с	6,45±2,21	5,54±1,56
Индекс резистентности	0,66±0,09	0,67±0,08
Пульсационный индекс	1,14±0,32	1,11±0,27
Соотношение систолической и диастолической скоростей	3,11±1,11	3,18±1,31
Средняя скорость кровотока, см/с	13,93	11,82
Амплитуда пульсовой волны, см/с	14,95	12,56

Данные, представленные в таблице, содержат сведения о показателях кровотока, имеющих существенное значение для оценки функционального состояния мозгового кровообращения.

Средняя скорость систолического кровотока в левой средней мозговой артерии у новорожденных составляет 21,4 см/с со стандартным отклонением ±8,23 см/с. Соответствующий показатель для правой средней мозговой артерии равен 18,1 см/с со стандартным отклонением ±4,13 см/с. Данные показатели отражают скорость движения крови по артериям во время систолы, т. е. фазы сердечного цикла, характеризующейся сокращением миокарда. Различия в скорости церебрального кровотока между левой и правой средней мозговой артерией у новорожденных не являются статистически значимыми.

Среднее значение диастолической скорости кровотока в левой средней мозговой артерии составляет 6,45 см/с с отклонением ±2,21 см/с, а в правой — 5,54 см/с с отклонением ±1,56 см/с. Данный показатель отражает скорость кровотока в артериях в конце фазы диастолы, когда происходит релаксация миокарда. Значения конечной диастолической скорости кровотока в пределах нормы свидетельствуют о достаточном мозговом кровообращении в период диастолы.

Среднее значение индекса резистентности в левой мозговой артерии составляет 0,66 с отклонением от среднего значения ±0,09. Соответствующее значение для правой мозговой арте-

рии равно 0,67±0,08. Данный индекс отражает степень сопротивления кровотоку в артериях. Низкие значения индекса резистентности могут указывать на высокую эластичность сосудов и незначительное сопротивление кровотоку.

Среднее значение пульсационного индекса в левой мозговой артерии составляет 1,14 с отклонением от среднего значения в пределах ±0,32, а в правой мозговой артерии — 1,11 с отклонением ±0,27. Пульсационный индекс служит показателем упруго-эластических свойств сосудов и сопротивления кровотоку. Значения пульсационного индекса, соответствующие норме, свидетельствуют о хорошей эластичности сосудистой стенки и достаточном кровоснабжении головного мозга.

Среднее значение отношения систолической к диастолической скорости кровотока в левой и правой мозговых артериях у новорожденных составляет 3,11±1,11 и 3,18±1,31 соответственно. Данные показатели находятся в пределах нормы и свидетельствуют о стабильном кровоснабжении головного мозга у новорожденных.

Средняя скорость кровотока показывает, насколько быстро кровь движется через сосуды в среднем за один сердечный цикл. В данном исследовании левая сторона имеет среднюю скорость кровотока 13,93 см/с, в то время как правая сторона — 11,82 см/с. Эти данные указывают на небольшие различия в гемодинамике между двумя сторонами. Хотя разница незначительна, она может свидетельствовать о физиологических

особенностях кровотока, которые находятся в пределах нормы.

Амплитуда пульсовой волны отражает разницу между максимальной и минимальной скоростями кровотока, что связано с эластичностью сосудистой стенки и сопротивлением кровотоку. В данном случае левая сторона показывает амплитуду пульсовой волны 14,95 см/с, а правая сторона — 12,56 см/с. Более высокая амплитуда на левой стороне может указывать на большую эластичность или меньшее сопротивление сосудов по сравнению с правой стороной. Эти различия также находятся в пределах нормы и не являются статистически значимыми.

Представленные данные свидетельствуют о том, что показатели кровотока в средней мозговой артерии у новорожденных находятся в пределах нормы. Полученные результаты могут быть использованы в качестве референтных значений для проведения дальнейших исследований и сравнительного анализа, а также для диагностики возможных нарушений мозгового кровообращения у новорожденных.

При анализе данных доплерографии сосудов головного мозга новорожденных важно учи-

тывать множество факторов, таких как уровни гематокрита, парциальное давление газов в крови, концентрацию глюкозы и объем крови, поскольку все вышеперечисленное может повлиять на мозговой кровоток, вызывая изменение индекса резистентности и диастолической скорости.

В вене Галена новорожденных, родившихся в срок от матерей без осложнений беременности, наблюдается монофазная циркуляция крови со средней скоростью $6,4 \pm 1,3$ см/с.

Полученные данные о кровотоке в сосудах головного мозга у детей в возрасте 2–3 суток с нормальным течением раннего неонатального периода согласуются с результатами других исследований и могут быть использованы в качестве эталонных значений.

При проведении ультразвукового исследования магистральных сосудов шеи у новорожденных были оценены диаметр сосудов и характеристики кровотока. В ходе исследования получена детальная информация, позволяющая оценить состояние сосудов и выявить возможные патологии. В таблице 6 приведены измеренные ультразвуковые параметры для общей, внутренней и наружной сонных артерий у новорожденных.

Таблица 6. Ультразвуковые параметры общей, внутренней и наружной сонных артерий у новорожденных

Table 6. Ultrasound parameters of the common, internal and external carotid arteries in newborns

Параметр	Левая сторона	Правая сторона
Общая сонная артерия		
Диаметр, мм	4,52±0,47	4,48±0,53
Максимальная скорость, см/с	49,78±10,23	50,15±9,86
Конечная диастолическая скорость, см/с	12,09±2,87	11,92±3,14
Индекс резистентности	0,64±0,05	0,66±0,04
Пульсационный индекс	1,34±0,16	1,37±0,13
Соотношение систолической и диастолической скоростей	3,02±0,49	2,99±0,51
Средняя скорость кровотока, см/с	30,12±4,89	29,88±5,07
Амплитуда пульсовой волны, см/с	28,17±4,12	27,83±3,91
Внутренняя сонная артерия		
Диаметр, мм	2,51±0,28	2,49±0,31
Максимальная скорость, см/с	39,75±8,16	40,23±7,84
Конечная диастолическая скорость, см/с	10,13±2,06	9,87±1,94
Индекс резистентности	0,54±0,04	0,56±0,05
Пульсационный индекс	1,19±0,11	1,21±0,12
Соотношение систолической и диастолической скоростей	2,48±0,52	2,52±0,49
Средняя скорость кровотока, см/с	24,92±4,95	25,08±5,11
Амплитуда пульсовой волны, см/с	21,79±3,03	22,21±3,27

Окончание таблицы 6
End of Table 6

Параметр	Левая сторона	Правая сторона
Наружная сонная артерия		
Диаметр, мм	2,48±0,29	2,52±0,32
Максимальная скорость, см/с	54,79±9,98	55,21±10,05
Конечная диастолическая скорость, см/с	8,23±1,89	7,79±2,11
Индекс резистентности	0,74±0,04	0,76±0,05
Пульсационный индекс	1,39±0,09	1,41±0,12
Соотношение систолической и диастолической скоростей	4,49±0,48	4,51±0,50
Средняя скорость кровотока, см/с	29,81±4,92	30,19±5,03
Амплитуда пульсовой волны, см/с	31,79±3,94	32,21±4,07

Диаметр общей сонной артерии составляет 4,52±0,47 мм для левой стороны и 4,48±0,53 мм для правой стороны. Эти значения показывают небольшую разницу между сторонами, что может быть нормальным вариантом. Максимальная скорость кровотока в общей сонной артерии составляет 49,78±10,23 см/с слева и 50,15±9,86 см/с справа, что также весьма схоже. Конечная диастолическая скорость кровотока составляет 12,09±2,87 см/с слева и 11,92±3,14 см/с справа. Индекс резистентности равен 0,64±0,05 слева и 0,66±0,04 справа, что указывает на схожие уровни сопротивления кровотоку в артериях на обеих сторонах. Пульсационный индекс составляет 1,34±0,16 слева и 1,37±0,13 справа, что свидетельствует о хорошей эластичности сосудов. Амплитуда пульсовой волны не имеет значимых отличий по сторонам и составляет 28,17±4,12 см/с слева и 27,83±3,91 см/с справа.

Диаметр внутренней сонной артерии составляет 2,51±0,28 мм для левой стороны и 2,49±0,31 мм для правой стороны, что весьма близко. Максимальная скорость кровотока составляет 39,75±8,16 см/с слева и 40,23±7,84 см/с справа. Конечная диастолическая скорость кровотока составляет 10,13±2,06 см/с слева и 9,87±1,94 см/с справа. Индекс резистентности равен 0,54±0,04 слева и 0,56±0,05 справа, что указывает на схожие уровни сопротивления кровотоку в артериях на обеих сторонах. Пульсационный индекс составляет 1,19±0,11 слева и 1,21±0,12 справа, что свидетельствует о хорошей эластичности сосудов. Амплитуда пульсовой волны составляет 21,79±3,03 см/с слева и 22,21±3,27 см/с справа.

Диаметр наружной сонной артерии составляет 2,48±0,29 мм для левой стороны

и 2,52±0,32 мм для правой стороны, что показывает минимальные различия между сторонами. Максимальная скорость кровотока в наружной сонной артерии составляет 54,79±9,98 см/с слева и 55,21±10,05 см/с справа, что также весьма схоже. Конечная диастолическая скорость кровотока составляет 8,23±1,89 см/с слева и 7,79±2,11 см/с справа, что указывает на небольшие различия. Индекс резистентности равен 0,74±0,04 слева и 0,76±0,05 справа, что указывает на схожие уровни сопротивления кровотоку в артериях на обеих сторонах. Пульсационный индекс составляет 1,39±0,09 слева и 1,41±0,12 справа, что свидетельствует о хорошей эластичности сосудов. Амплитуда пульсовой волны составляет 31,79±3,94 см/с слева и 32,21±4,07 см/с справа — без статистически значимых различий.

Данные показатели, полученные в ходе исследования магистральных сосудов шеи у здоровых новорожденных, свидетельствуют о состоянии сосудов. Низкие значения индекса резистентности и нормальные пульсационные индексы указывают на удовлетворительную эластичность и низкое сопротивление сосудов. Эти данные могут служить референтными значениями для дальнейших исследований и сравнений.

Заключение

Проведенное исследование перфузии мозга и магистральных сосудов шеи у новорожденных, рожденных от матерей с физиологически протекающей беременностью, подчеркивает необходимость своевременной диагностики и наблюдения за состоянием кровоснабжения ЦНС в неонатальном периоде.

Анализ данных доплерографии сосудов головного мозга показал, что максимальная систолическая скорость, конечная диастолическая

скорость, индексы резистентности и пульсации в передней и средней мозговых артериях находятся в пределах нормы. Данные результаты свидетельствуют о достаточном кровоснабжении головного мозга.

Проведенное ультразвуковое исследование магистральных сосудов шеи у новорожденных позволило оценить диаметр сосудов и характеристики кровотока, предоставив детальную информацию для оценки состояния сосудов и выявления возможных патологий. Незначительные различия между левой и правой сторонами объясняются индивидуальными анатомическими

особенностями и не являются клинически значимыми.

Знание показателей кровотока в сосудах головного мозга и магистральных сосудах шеи у новорожденных, рожденных от матерей с физиологически протекавшей беременностью, имеет важное значение для разработки стандартов диагностики и лечения различных патологий, связанных с нарушением мозговой гемодинамики. Использование данных исследования позволит улучшить перинатальную помощь и профилактику неврологических заболеваний у новорожденных.

Список литературы / References

- Willie CK, Tzeng YC, Fisher JA, Ainslie PN. Integrative regulation of human brain blood flow. *J Physiol*. 2014;592:841-859. DOI: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.268953>
- Kehrer M, Krageloh-Mann I, Goelz R, Schoning M. The development of cerebral perfusion in healthy preterm and term neonates. *Neuropediatrics*. 2003;34:281-286. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2003-44663>
- Monaghan C, Binder J, Thilaganathan B, Morales-Rosello J, Khalil A. Perinatal loss at term: role of uteroplacental and fetal Doppler assessment. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2018;52:72-77. DOI: <https://doi.org/10.1002/ulog.17500>
- Winchester ML, Mccarther N, Cancino D, Fitzgerald S, Parrish M. Second trimester cerebroplacental ratio versus umbilicocerebral ratio for the prediction of adverse perinatal outcomes. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2021;1-7. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2021.1938530>
- Allison JW, Faddis LA, Kinder DL, Roberson PK, Glasier CM, Seibert JJ. Intracranial resistive index (RI) values in normal term infants during the first day of life. *Pediatr Radiol*. 2000;30:618-620. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002470000286>
- Uematsu S, Yang A, Preziosi TJ, Kouba R, Toung TJ. Measurement of carotid blood flow in man and its clinical application. *Stroke*. 1983 Mar-Apr;14(2):256-266. DOI: <https://doi.org/10.1161/01.str.14.2.256>
- Zamora C, Tekes A, Alqahtani E, Kalayci OT, Northington F, Huisman TA. Variability of resistive indices in the anterior cerebral artery during fontanel compression in preterm and term neonates measured by transcranial duplex sonography. *J Perinatol*. 2014;34:306-310. DOI: <https://doi.org/10.1038/jp.2014.11>
- Camfferman FA, De Goederen R, Govaert P, Dudink J, Van Bel F, Pellicer A, et al. Diagnostic and predictive value of Doppler ultrasound for evaluation of the brain circulation in preterm infants: a systematic review. *Pediatr Res*. 2020;87:50-58. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41390-020-0777-x>
- Chalal LF, Tian F, Adams-Huet B, Vasil D, Laptook A, Tarumi T, et al. Novel wavelet real time analysis of neurovascular coupling in neonatal encephalopathy. *Sci Rep*. 2017;7:45958. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep45958>
- Younkin D, Delivoria-Papadopoulos M, Reivich M, Jaggi J, Obrist W. Regional variations in human newborn cerebral blood flow. *J Pediatr*. 1988;112:104-108. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0022-3476\(88\)80131-8](https://doi.org/10.1016/s0022-3476(88)80131-8)
- Arbeille P, Roncin A, Berson M, Patat F, Pourcelot L. Exploration of the fetal cerebral blood flow by duplex Doppler-linear array system in normal and pathological pregnancies. *Ultrasound Med Biol*. 1987;13:329-337. DOI: [https://doi.org/10.1016/0301-5629\(87\)90166-9](https://doi.org/10.1016/0301-5629(87)90166-9)
- Greisen G. Autoregulation of cerebral blood flow in newborn babies. *Early Hum Dev*. 2005;81:423-428. DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2007-0925>
- Hoffman SB, Cheng YJ, Magder LS, Shet N, Viscardi RM. Cerebral autoregulation in premature infants during the first 96 hours of life and relationship to adverse outcomes. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2019;104:F473-479. DOI: <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-315725>
- Tran NN, Kumar SR, Hodge FS, Macey PM. Cerebral autoregulation in neonates with and without congenital heart disease. *Am J Crit Care*. 2018;27:410-416. DOI: <https://doi.org/10.4037/ajcc2018672>
- Meeck JH, Elwell CE, McCormick DC, Edwards AD, Townsend JP, Stewart AL, et al. Abnormal cerebral haemodynamics in perinatally asphyxiated neonates related to outcome. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1999;81:F110-115. DOI: <https://doi.org/10.1136/fn.81.2.f110>
- Rhee CJ, Da Costa CS, Austin T, Brady KM, Czosnyka M, Lee JK. Neonatal cerebrovascular autoregulation. *Pediatr Res*. 2018;84:602-610. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41390-018-0141-6>
- Nair J, Kumar VHS. Current and emerging therapies in the management of hypoxic ischemic encephalopathy in neonates. *Children*. 2018;5:99. DOI: <https://doi.org/10.3390/children5070099>
- Александрович А.С. Показатели мозгового кровотока у новорожденных, родившихся от матерей с неосложненной беременностью. В: Современные перинатальные медицинские технологии в решении проблем демографической безопасности: сб. науч. тр. Минск, 2018;11:167-170. Aleksandrovich AS. Indicators of cerebral blood flow in newborns born to mothers with uncomplicated pregnancy. In: Modern perinatal medical technologies in solving demographic security problems: coll. of scientific works. Minsk; 2018;11:167-170. (In Russ.).

Информация об авторе / Information about the author

Александрович Александр Сулейманович, к.м.н., доцент, заведующий кафедрой лучевой диагностики, УО «Гродненский государственный медицинский университет», Гродно, Беларусь
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4679-4937>
e-mail: aleks_as@tut.by

Aliaksandr S. Aleksandrovich, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics, Grodno State Medical University, Grodno, Belarus
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4679-4937>
e-mail: aleks_as@tut.by

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Александрович Александр Сулейманович
e-mail: aleks_as@tut.by

Aliaksandr S. Aleksandrovich
e-mail: aleks_as@tut.by

Поступила в редакцию / Received 17.10.2024

Поступила после рецензирования / Accepted 07.11.2024

Принята к публикации / Revised 21.11.2024